

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-221298

(43)Date of publication of application : 09.08.2002

1)Int.Cl.

F17C 11/00
H01M 8/04

1)Application number : 2001-019019

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

2)Date of filing : 26.01.2001

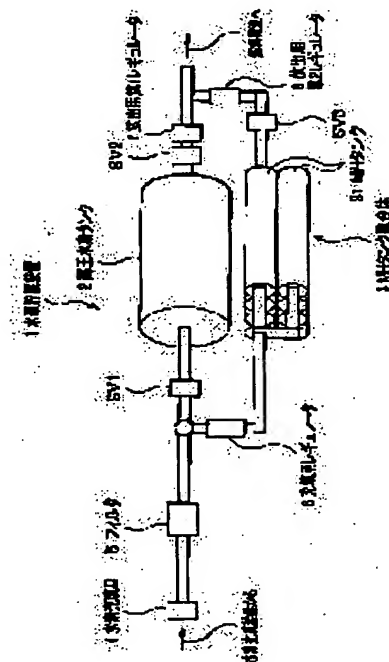
(72)Inventor : KURIWA TAKAHIRO
SHIMADA TAKEAKI
NUITANI YOSHIO

4) HYDROGEN STORAGE APPARATUS

7)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the weight of a hydrogen storage apparatus.

SOLUTION: The hydrogen storage apparatus 1 is provided with a hydrogen storage means 3 (MH tank aggregate) housing a hydrogen storage alloy, and a hydrogen tank 2 (high pressure one) for storing hydrogen in a gaseous state separately from the means 3, and is imposed such that the pressure of the hydrogen tank 2 is higher than that of the means 3. The apparatus 1 is also provided with a pressure reduction means 6 (regulator for charging) for reducing, to a prescribed level, the pressure of hydrogen supplied from a hydrogen charging device 5 for supplying hydrogen to the apparatus 1 and charging therein. Further, the hydrogen storage means 3 includes a plurality of tanks 31 (MH tanks) housing hydrogen storage alloy, respectively.



LEGAL STATUS

Date of request for examination]

Date of sending the examiner's decision of rejection]

Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application converted
to registration]

Date of final disposal for application]

Patent number]

Date of registration]

Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

Date of requesting appeal against examiner's decision
of rejection]

Date of extinction of right]

NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

**** shows the word which can not be translated.

In the drawings, any words are not translated.

AIMS

claim(s)]

claim 1] The hydrogen storage means which contained the hydrogen storing metal alloy, and the aforementioned hydrogen storage means are hydrogen storage equipment which is hydrogen storage equipment equipped with the hydrogen tank which stores hydrogen in the state of gas independently, and is characterized by having the composition in which hydrogen is filled up so that the pressure of the aforementioned hydrogen tank may become high rather than the aforementioned hydrogen storage means.

claim 2] Hydrogen storage equipment according to claim 1 characterized by having a reduced pressure means to compress the pressure of the hydrogen supplied from the hydrogen restoration equipment which supplies and fills up the aforementioned hydrogen storage equipment with hydrogen to a predetermined pressure.

claim 3] Hydrogen storage equipment according to claim 1 or 2 characterized by constituting the aforementioned hydrogen storage means including two or more hydrogen storing metal alloy tanks which contained the hydrogen storing metal alloy, respectively.

translation done.]

NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

*** shows the word which can not be translated.

In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

Detailed Description of the Invention]

[001] In the technical field to which invention belongs] this invention relates to the hydrogen storage equipment which supplies hydrogen to hydrogen use devices including a fuel cell.

[002] Description of the Prior Art] The fuel cell electric vehicle (FCEV; Fuel Cell Electric Vehicle) attracts attention from the environmental side of suppressing the discharge of the carbon dioxide leading to global warming in recent years. A fuel cell electric vehicle carries the fuel cell (FC; Fuel Cell) which hydrogen (H₂) and the oxygen in air (O₂) are made react electrochemically, and generates them, supplies the electrical and electric equipment which the fuel cell generated to a run motor, and is generating driving force.

[003] The hydrogen storage equipment which used for hydrogen use devices including a fuel cell the proof-pressure tight container (henceforth "MH tank") which held the hydrogen storing metal alloy as equipment which supplies hydrogen attracts attention. In addition, MH is Metal. It is the abbreviation for Hydride. This hydrogen storing metal alloy is an alloy which can do what the hydrogen which absorbed hydrogen (hydrogen gas) so much (carrying out occlusion), and carried out occlusion is taken out for if needed (it emits). In case it generates heat in case a hydrogen storing metal alloy carries out occlusion of the hydrogen as the property, temperature rises and hydrogen is emitted, an endothermic is carried out and temperature falls. Moreover, as shown in drawing 6, if an equilibrium-hydrogen pressure will also rise if the temperature of a hydrogen storing metal alloy rises as the property (elevated-temperature shift), and, as for a hydrogen storing metal alloy, temperature falls, an equilibrium-hydrogen pressure will also decline (low-temperature shift). That is, since considering the time of occlusion an equilibrium-hydrogen pressure will rise if the temperature of a hydrogen storing metal alloy rises, the amount of the hydrogen which can carry out occlusion comes less. On the other hand, since considering the time of discharge an equilibrium-hydrogen pressure will decline the temperature of a hydrogen storing metal alloy falls, the hydrogen which carried out occlusion cannot fully be emitted. Therefore, MH tank is cooled at the time of the occlusion of hydrogen, and a temperature rise is prevented, and MH tank is heated at the time of discharge of hydrogen, and it is made to prevent a temperature fall with hydrogen storage equipment.

[004] On the other hand, the during starting (at the time of a cold start) of for example, hydrogen use equipment etc. cannot fully emit hydrogen from MH tank, when the heat source for heating MH tank is not obtained. Therefore, the composition whose juxtaposition etc. carries out the auxiliary tank which can emit hydrogen at the time of low temperature is used for hydrogen storage equipment. For example, the hydrogen-fuel feeder of the hydrogen fueled engine which has the composition which put side by side the hydrogen-absorption tank in ordinary use and the hydrogen-absorption tank for the time of starting is indicated by JP,5-106513,A. Even if not heated by the hydrogen-absorption tank for the time of starting of this hydrogen-fuel feeder, the hydrogen storing metal alloy which emits hydrogen in the state of low temperature is built in it. Moreover, since the internal pressure of the hydrogen-absorption tank for the time of starting becomes high, in order to stop weight increase and to give pressure resistance, the hydrogen-absorption tank for the time of the time of starting is made small. And at the time of starting in the cold machine state, hydrogen is supplied from the hydrogen-absorption tank for the time of starting, and it is made to put a hydrogen fueled engine into operation.

[005] Moreover, the hydrogen fueled car which put side by side the main-fuel tank filled up with the hydrogen storing metal alloy and the subfuel tank of small capacity to JP,7-101255,A is indicated. As for this hydrogen fueled car, hydrogen is supplied to an engine from a subfuel tank at the time of starting. In addition, hydrogen may be supplied to subfuel tank from a main-fuel tank. Moreover, a subfuel tank may be filled up with a hydrogen storing metal alloy.

[006] Moreover, while connecting a gas holder with the gas outlet of the hydrogen storing metal alloy tank by which

filled up with the hydrogen storing metal alloy through a check valve, the hydrogen gas feeder which connected the hydrogen supply pipe which supplies hydrogen to the gas outlet of a gas holder to an external instrument (fuel cell) is indicated by JP,9-142803,A. Although this hydrogen gas feeder has the composition equipped with a gas holder between a hydrogen storing metal alloy tank and a fuel cell, it is made to supply hydrogen to a fuel cell from a gas holder at during starting using what the pressure in a gas holder is sufficiently high with the check valve (about 0.9 MPa(s)). On the other hand, after starting, since the internal pressure of a hydrogen storing metal alloy tank will come high if the temperature of the warm air discharged from a fuel cell main part rises, hydrogen is made to be supplied with a check valve from the hydrogen storing metal alloy tank.

[007] Moreover, the hydrogen gas feeder equipped with the main hydrogen storage tank which holds the high-temperature-service hydrogen storing metal alloy which emits hydrogen in the state of a predetermined elevated temperature in JP,2000-12062,A, the subhydrogen storage tank which holds the low-temperature-service hydrogen storing metal alloy which may emit hydrogen in the state of [state / elevated-temperature / predetermined] low temperature is indicated. The internal pressure of the main hydrogen storage tank supplies hydrogen to an external load (fuel cell) from a subhydrogen storage tank at the time of a low, at i.e., the time of starting, and after starting, this hydrogen gas feeder will supply hydrogen to an external load from the main hydrogen storage tank, if the internal pressure of the main hydrogen storage tank increases.

[008] [Problem(s) to be Solved by the Invention] However, with the aforementioned conventional technology, the problem of supply of the hydrogen at the time of starting cannot solve the problem of a weight, although canceled. That is, when an MH tank which contained the hydrogen storing metal alloy (restoration) is carried in a fuel cell electric vehicle since the weight is heavy for example, although it is compact, it has the problem that mpg becomes bad. Moreover, when a weight is heavy, there is a problem that handling becomes difficulty. Therefore, it is necessary to attain lightweight-ization. On the other hand, if the amount of the hydrogen which can be stored because of lightweight-izing becomes small, it is not desirable that the distance of a fuel cell electric vehicle which can be run will become short, for example. Moreover, the heat generated in case occlusion of the hydrogen is carried out to MH tank will make late restoration speed (occlusion speed) of the hydrogen to hydrogen storage equipment.

[009] Then, this invention aims at offering the lightweight hydrogen storage equipment which solved said technical problem.

[010] [Means for Solving the Problem] This invention persons inquired wholeheartedly, and while making it the hybrid system which combined the hydrogen tank which stores hydrogen in the state of gas with the hydrogen storage means which contained the hydrogen storage material for hydrogen storage equipment, by setting up each pressure appropriately, it finds out that the aforementioned technical problem is solved and came to complete this invention. That is, the hydrogen storage means which contained the hydrogen storing metal alloy, and the aforementioned hydrogen storage means are hydrogen storage equipment equipped with the hydrogen tank which stores hydrogen in the state of gas independently, and the hydrogen storage equipment (a claim 1) of this invention which solved the aforementioned technical problem is characterized by to have the composition with which hydrogen is filled up so that the pressure of the aforementioned hydrogen tank may become high rather than the aforementioned hydrogen storage means.

[011] MH tank in the gestalt of implementation of invention which carries out a postscript is equivalent to a hydrogen storage means, and the hydrogen storing metal alloy is contained by the interior. On the other hand, the high-pressure hydrogen tank in the gestalt of implementation of invention which carries out a postscript is equivalent to a hydrogen tank, and hydrogen is stored by high pressure. Among these, a hydrogen storage means has the optimal pressure (storage pressure) for storing hydrogen from the balanced hydrogen pressure of a hydrogen storing metal alloy, and the formation of proof-pressure structure, and the amount of the hydrogen which can be stored however it may make a pressure high does not increase, so that it balances the pressure made high. On the contrary, in order to secure pressure resistance, the thickness of the material which constitutes a hydrogen storage means will be needed, and the weight of a hydrogen storage means will increase. On the other hand, the amount of the hydrogen which can store it the more the more a hydrogen tank makes a pressure high by the Boyle Charles's law increases. Therefore, with this composition, hydrogen is stored so that the pressure of a hydrogen tank may become high rather than a hydrogen storage means. Moreover, although big heat occurs in case a hydrogen storing metal alloy carries out occlusion of the hydrogen, with this composition, hydrogen is stored also in a hydrogen tank. Therefore, unlike storing hydrogen, the load to a hydrogen storage means decreases only with a hydrogen storage means (the calorific value of a hydrogen storage material can be reduced). In addition, although heat occurs with adiabatic compression etc. in case a hydrogen tank is filled up with hydrogen, there is less calorific value than the hydrogen storage means which contained the hydrogen

ring metal alloy.

012] Next, hydrogen storage equipment according to claim 2 is characterized by having a reduced pressure means to compress the pressure of the hydrogen supplied from the hydrogen restoration equipment which supplies and fills up the aforementioned hydrogen storage equipment with hydrogen to a predetermined pressure in the composition of a claim 1.

013] Hydrogen storage equipment will supply the stored hydrogen to hydrogen use equipments, such as a fuel cell, and will be in sky condition. Then, although restoration of the hydrogen to hydrogen storage equipment is performed, with this composition, the pressure of the hydrogen supplied from hydrogen restoration equipment is decompressed by the predetermined pressure by the reduced pressure means (for example, ..., such as a regulator, drawing, and a reducing valve). The pressure which fulfills the conditions to which the pressure of a hydrogen tank becomes higher than a hydrogen storage means, of course decompresses.

014] Moreover, hydrogen storage equipment according to claim 3 is characterized by being constituted including two more hydrogen storing metal alloy tanks by which the aforementioned hydrogen storage means contained the hydrogen storing metal alloy, respectively in the composition of a claim 1 or a claim 2.

015] It is cooled at the time of the occlusion of hydrogen, and the hydrogen storage means which contained the hydrogen storing metal alloy is heated at the time of discharge of hydrogen. If it carries out like this composition, since the surface area of a hydrogen storage means can be made large, heating/cooling becomes easy.

016] [Embodiments of the Invention] Hereafter, the operation gestalt of this invention is explained in detail with reference to a drawing.

017] First, this invention persons have grasped the relation between the internal pressure of a hydrogen storage means slack MH tank, volume, and a weight by the simulation. The conditions of a simulation are as follows.

017] MH tank has the shape of a cylindrical shape with a length of 800mm made from an aluminium alloy.

017] Fill up the hydrogen storing metal alloy of a predetermined BCC system into MH tank with a predetermined filling ratio.

017] Carry out occlusion (restoration) of the 100g hydrogen to MH tank.

017] Needed volume and weight (the weight of a hydrogen storing metal alloy is included) of MH tank carried out the simulation of how it changes with the internal pressure (*****) of MH tank under this condition. In addition, on this condition, when a hydrogen storing metal alloy cannot carry out many occlusion of the hydrogen, for example, if the pressure of MH tank tends to carry out occlusion of the 100g hydrogen to MH tank in a low case, many hydrogen storing metal alloys are needed. That is, in order to contain many hydrogen storing metal alloys, the volume of MH tank will increase (since length was decided as 800mm, a diameter increases). Of course, the weight of the material which constitutes the weight and MH tank of a hydrogen storing metal alloy which are contained by MH tank also increases.

018] With reference to drawing 1, the relation between the internal pressure of MH tank obtained as a result of the simulation, volume, and a weight is explained. Drawing 1 is drawing showing the relation between the internal pressure of MH tank, volume, and a weight, the weight and volume of MH tank are taken on the vertical axis, and the internal pressure (*****) of MH tank is taken along the horizontal axis. In this drawing 1, a solid line is a line which shows the weight of MH tank, and the relation of internal pressure, and a dotted line is a line which shows the volume of MH tank, and the relation of internal pressure.

019] As shown in drawing 1, in the weight and volume of a low and MH tank, the hydrogen pressure force henceforth "internal pressure of MH tank") of MH tank will become large. This is because many hydrogen storing metal alloys are needed in order that the internal pressure of MH tank may carry out occlusion of the hydrogen whose hydrogen storage capacity of a hydrogen storing metal alloy is 100g few (refer to drawing 6) to a low. And it is because the outer diameter of MH tank becomes large in order to contain many hydrogen storing metal alloys (material creases).

020] If the internal pressure of MH tank is raised and it goes, the weight and volume of MH tank will decrease rapidly, and will go. This is because the amount of hydrogen storing metal alloys which is needed in order for the hydrogen storage capacity of a hydrogen storing metal alloy to increase rapidly in spite of elevation of few pressures in relation with an equilibrium-hydrogen pressure (plateau **) (refer to drawing 6) and to carry out occlusion of the 100g hydrogen decreases sharply. And when the amount of hydrogen storing metal alloys decreases sharply, it is because the outer diameter of MH tank becomes small sharply (lightweight-ization by curtailment of the amount of the hydrogen storing metal alloy used is attained).

021] If the internal pressure of MH tank is furthermore raised and it goes, curtailment of the weight of MH tank by the pressure buildup and capacity will reach a limitation. This is because it becomes impossible to cut down the

ount of a hydrogen storing metal alloy required for the hydrogen storage capacity by the hydrogen storing metal alloy to reach saturation, and carry out occlusion of the 100g same hydrogen as shown in drawing 6 even if it raises the internal pressure of MH tank. Since desorption pressure will also be high-pressure-ized since hydrogen can be stored in the opening sections other than the hydrogen storing metal alloy in MH tank in the state of compression and the amount of the hydrogen which can be emitted at the time of low temperature will incidentally increase while the amount of the hydrogen in which a hydrogen storing metal alloy carries out occlusion increases if internal pressure of MH tank is high-pressure-ized, it is desirable.

022] If the internal pressure of MH tank is further raised from this state, the weight and volume of MH tank will come to rise. This is because the thickness of MH tank which is needed in order to secure pressure resistance increases mainly and goes by elevation of the internal pressure of MH tank, while occlusion of the further hydrogen by the hydrogen storing metal alloy cannot be desired. Incidentally, if the thickness of MH tank increases, it will be hard coming to tell heat to the interior of the external shell of MH tank, and will be hard coming to cool the hydrogen storing metal alloy in MH tank at the time of occlusion. Then, occlusion takes time or the amount of the hydrogen which carries out occlusion becomes less. On the other hand, it is hard coming to heat the hydrogen storing metal alloy in MH tank at the time of discharge. Then, when required, the hydrogen of a complement will not be able to be obtained, but responsibility will become bad. In addition, the difference has arisen in the weight increase of MH tank, and the increase in volume. This is because it will decrease though the capacity (outer diameter of MH tank) of MH tank which is needed for the hydrogen which exists in crevice portions other than the hydrogen storing metal alloy in the part MH tank being compressed, and carrying out occlusion (storage) of the hydrogen which is the same 100g is light, if internal pressure becomes high.

023] Next, the relation between the internal pressure of a high-pressure hydrogen tank, the quantity to be stored of hydrogen, and a weight is explained. About the relation between the internal pressure of a high-pressure hydrogen tank, and the quantity to be stored of hydrogen, since a high-pressure hydrogen tank is a high pressure vessel which stores gas-like hydrogen by high pressure, the more a pressure becomes high, the more its quantity to be stored of hydrogen increases by the Boyle Charle's law. At this point, the hydrogen storing metal alloy is contained and it differs from MH tank with few space portions.

024] Moreover, about the internal pressure of a high-pressure hydrogen tank, and the relation of a weight, if internal pressure becomes high, it is necessary to thicken thickness of a high-pressure hydrogen tank, and the weight of a high-pressure hydrogen tank will increase with the increase in internal pressure. the weight of MH tank by which the hydrogen storing metal alloy is contained at this point -- the weight of a upward tendency and a high-pressure hydrogen tank -- upward tendencies differ In addition, since there is little generation of heat and there is less need for cooling at the time of being heating / hydrogen restoration at the time of being hydrogen desorption than MH tank compared with MH tank, a high-pressure hydrogen tank can use the lightweight high-pressure hydrogen tank made of a resin (product made from FRP). Therefore, even if it stores hydrogen by high pressure, the increase in a weight of a high-pressure hydrogen tank can be lessened. Moreover, even when storing the same quantity of hydrogen, lightweight-izing is more possible than the part which does not contain a hydrogen storage material, and MH tank capacity becomes larger than MH tank).

025] In this invention, MH tank and the high-pressure hydrogen tank were combined from such knowledge, and if it exists, hydrogen will be stored with a hybrid system.

026] Then, the hydrogen storage equipment of 1 operation gestalt of this invention is explained. some fuel cell electric vehicles (henceforth "vehicles") with which, as for drawing 2 , the hydrogen storage equipment of 1 operation gestalt is carried -- it is a transillumination side elevation Drawing 3 is the block block diagram of the hydrogen storage equipment of 1 operation gestalt.

027] As shown in drawing 2 , the hydrogen storage equipment 1 in this 1 operation gestalt is carried in the posterior part of vehicles. Moreover, FC box is carried in the under floor of a crew seat at vehicles. The fuel cell (hydrogen use equipment) is contained in this FC box. Moreover, the run motor is carried in the anterior part of vehicles. Moreover, the fuel cell is connected with hydrogen storage equipment 1 by the hydrogen supply pipe which is not illustrated.

028] As shown in drawing 3 , hydrogen storage equipment 1 is constituted including piping which connects the high-pressure hydrogen tank 2, MH tank aggregate 3, the hydrogen restoration mouth 4, a filter 5, the regulator 6 for restoration, the 1st regulator 7 for discharge, the 2nd regulator 8 for discharge, and these. In addition, signs simian virus1, simian virus2, and simian virus3 are solenoid valves (isolation valve). As for the hydrogen storage equipment 1 in this drawing 3 , MH tank aggregate 3 is connected with the high-pressure hydrogen tank 2 in parallel to the fuel cell (hydrogen use equipment).

029] The high-pressure hydrogen tank 2 is a resin tank made from fiber reinforced plastics (FRP), and pressure resistance and airtightness are secured. And it is lightweight. As for this high-pressure hydrogen tank 2, hydrogen is

ed up with the maximum pressure of 25MPa(s). The high-pressure hydrogen tank 2 has during starting and the role which the desorption pressure force of MH tank aggregate 3 supplies [the temperature of a hydrogen storing metal alloy] hydrogen to a fuel cell at the time of a low for a low reason. Moreover, the high-pressure hydrogen tank 2 has a role by which hydrogen is usually supplied to a fuel cell also at the time. That is, the relation of the amount of hydrogen desorption of the amount of hydrogen desorption + high-pressure hydrogen tank 2 of the amount of demand (consumption) hydrogen = MH tank aggregate 3 of a fuel cell is filled. It differs from only during starting supplying hydrogen like this point and the conventional technology (JP,7-101255,A, JP,9-142803,A) greatly. Moreover, the high-pressure hydrogen tank 2 differs from the conventional technology greatly in that hydrogen is stored by the pressure far higher than MH tank aggregate 3.

030] MH tank aggregate 3 is the aggregate which connected two or more MH tanks 31 of the same size (even if a technology is in-series, parallel is sufficient as it). The MH tank 31 is a proof-pressure airtight tank by which there is thermal resistance and thermal conductivity also made the good aluminium alloy the quality of the material rather than a product made of a resin. The hydrogen storing metal alloy is contained inside the MH tank 31. This MH tank 31 can carry out occlusion of the hydrogen now by the maximum pressure of 5MPa(s) from 3 (natural the pressure of the high-pressure hydrogen tank 2 low). Moreover, the MH tank 31 is heated / cooled by heating/cooling means which is not illustrated. Incidentally, MH tank aggregate 3 is made into the aggregate of two or more MH tanks 31 for performing heating/cooling of a hydrogen storing metal alloy with sufficient responsibility. In addition, the amount of hydrogen in which the storage as the MH tank aggregate 3 is possible is made into the same grade as the amount of hydrogen which can store the high-pressure hydrogen tank 2.

031] As a hydrogen storing metal alloy, the following can be used, for example.

AB5 type alloy (Laves-phase alloy); TiCr 2 and 2 (nickel (Zr, Ti), Mn, V, Fe) .. AB5 type alloy; LaNi5 and MmNi5 .. Mg system alloy; Ti-V-Cr and Ti-V-Mn .. in addition to this; Mm in MmNi5 which is Mg system alloy is the abbreviation for a misch metal.

032] The hydrogen restoration mouth 4 is used, in case vehicles drop in at a hydrogen station like a gas station and are filled up with hydrogen. This hydrogen restoration mouth 4 is carrying out composition which serves as a check valve, and the hydrogen with which it filled up from the hydrogen restoration equipment which is not illustrated flows backwards.

033] A filter 5 is a filter which removes this, when impurities to which poisoning of dust or the hydrogen storing metal alloy is carried out, such as oxygen and moisture, are contained in the hydrogen supplied from hydrogen restoration equipment.

034] The regulator 6 for restoration is a reducing valve (reduced pressure means) which decompresses the pressure of the hydrogen supplied to the MH tank 31 from hydrogen restoration equipment even to a predetermined pressure. The 1st regulator 7 for discharge is a reducing valve which decompresses the pressure of the hydrogen supplied to a fuel cell from the high-pressure hydrogen tank 2 even to a predetermined pressure. The 2nd regulator 8 for discharge is a reducing valve which decompresses the pressure of the hydrogen supplied to hydrogen use equipment from MH tank aggregate 3 even to a predetermined pressure. Each regulator 6, 7, and 8 has the role of a check valve.

035] In addition, the hydrogen of the high-pressure hydrogen tank 2 by which the solenoid valve simian virus 1 of the upstream of the high-pressure hydrogen tank 2 is stored by the high pressure at the time of usual is made not to be supplied to MH tank aggregate 3 through the regulator 6 for restoration. And when restoration of the high-pressure hydrogen tank 2 is completed, the pressure of high hydrogen is further supplied from hydrogen restoration equipment, and it is made for the high-pressure hydrogen tank 2 not to overload hydrogen. Even when incidentally filled up with the same quantity of hydrogen, the high-pressure hydrogen tank 2 can be filled up with hydrogen in a short time rather than MH tank aggregate 3. Moreover, when not meaning the solenoid valve simian virus 2 of the downstream of the high-pressure hydrogen tank 2, hydrogen is made not to be supplied to a fuel cell from the high-pressure hydrogen tank 2. Moreover, like [the solenoid valve simian virus 3 of the downstream of MH tank aggregate 3] a solenoid valve simian virus 2, when not meaning, hydrogen is made not to be supplied to a fuel cell from MH tank aggregate 3. In addition, solenoid valves simian virus1, simian virus2, and simian virus3 are controlled by the control unit which is not illustrated.

036] Moreover, the internal pressure of the high-pressure hydrogen tank 2 is measured by the pressure sensor which is not illustrated. Moreover, the hydrogen quantity to be stored (hydrogen quantity to be stored) of MH tank aggregate 3 is also measured by the pressure sensor which is not illustrated. Each measurement value is transmitted to a control unit, and a control unit performs the alarm display of the hydrogen residue of the high-pressure hydrogen tank 2 and MH tank aggregate 3 based on this measurement value. Incidentally, in order to know the residue of MH tank aggregate 3 correctly with a pressure, the temperature of the MH tank 31 is managed so that it may become a predetermined temperature.

037] Next, operation of hydrogen storage equipment 1 which gave [aforementioned] explanation is explained. drawing 4 is an operation flow chart at the time of hydrogen storage equipment supplying hydrogen to a fuel cell, in (a), a control program and (b) show MH tank aggregate operation routine, and (c) shows a high-pressure hydrogen tank operation routine.

038] Restoration of the hydrogen to hydrogen storage equipment 1 is performed as follows (refer to drawing 3). If the hydrogen residue of the high-pressure hydrogen tank 2 and MH tank aggregate 3 decreases, a driver will drop in at a hydrogen station and will fill up vehicles (hydrogen storage equipment 1) with hydrogen. In addition, based on the measurement value of said pressure sensor, a control unit judges a hydrogen residue, and a driver is told about it (an alarm display is carried out).

039] Restoration of hydrogen connects the hydrogen feed hopper of hydrogen restoration equipment and the hydrogen restoration mouth 4 of hydrogen storage equipment 1 which were installed in the hydrogen station and which are not illustrated, and is started by supplying hydrogen to hydrogen storage equipment 1 by the high pressure (for example, 35MPa(s)) from hydrogen restoration equipment.

040] Hydrogen branches, after carrying out conduction of the hydrogen restoration mouth 4 and the filter 5, and one flow carries out conduction of the solenoid valve SV1 of an open state, and is supplied to the high-pressure hydrogen tank 2. The flow of branched another side carries out conduction of the regulator 6 for restoration, and is supplied to MH tank aggregate 3. At this time, solenoid valves SV2 and SV3 are made into a closed state, and hydrogen is made not to be supplied to a fuel cell from the high-pressure hydrogen tank 2 and MH tank aggregate 3. In addition, the regulator 6 for restoration decompresses the pressure of the high hydrogen supplied from hydrogen restoration equipment to 5MPa(s). With this regulator 6 for restoration, since the pressure of the suitable hydrogen for each MH tank 31 is impressed, thickness of the MH tank 31 can be made thin and can be lightweight-ized (and miniaturization). Moreover, heat transfer of the interior and the exterior of the MH tank 31 can be made good by making thickness thin.

041] After restoration of hydrogen is completed, while a solenoid valve SV1 is made into a closed state, connection of the hydrogen restoration mouth 4 and a hydrogen feed hopper is canceled. In addition, since the hydrogen restoration mouth 4 has the function of a check valve, in case a hydrogen feed hopper is removed from the hydrogen restoration mouth 4, hydrogen does not begin to leak.

042] The hydrogen which hydrogen storage equipment 1 stored is supplied to a fuel cell as follows (refer to drawing 3 and drawing 4). First, a control program is performed by the control unit (refer to drawing 4 (a)). At Step S11 of a control program, it judges whether it is "internal pressure $\geq 0.3\text{MPa}$ (gage pressure) of MH tank aggregate 3." 0. It is the pressure which can be judged that the residue of the hydrogen stored in MH tank aggregate 3 if the desorption pressure force of MH tank aggregate 3 becomes lower than this value at the time of a certain temperature (for example, 40 degrees C) of a pressure called 3MPa was lost mostly, and change with the kinds and the temperature managed of a hydrogen storing metal alloy. Moreover, this pressure is a pressure of the minimum required of being stabilized and operating a fuel cell system (this pressure changes with specifications of a fuel cell system).

043] When the internal pressure (40 degrees C) of MH tank aggregate 3 is 0.3 or more MPas (YES), it shifts to a fuel cell from MH tank aggregate 3 at MH tank aggregate operation routine that hydrogen should be supplied (S12). On the other hand, when the internal pressure of MH tank aggregate 3 does not fulfill 0.3MPa(s) (in the case of NO and empty), it shifts to a fuel cell from the high-pressure hydrogen tank 2 at a high-pressure hydrogen tank operation routine that hydrogen should be supplied (S13). That is, when the residue (residual pressure) of hydrogen is in MH tank aggregate 3, priority is given from MH tank aggregate 3, and hydrogen is supplied to a fuel cell. Since priority is given to difficult MH tank aggregate 3 of residue detection and it is made by doing in this way in empty, detection of the hydrogen capacity of the hydrogen storage equipment 1 whole becomes easy.

044] By MH tank aggregate operation routine (refer to drawing 4 (b)), a solenoid valve SV2 is closed and it is made closed state, and a solenoid valve SV3 is opened and it changes into an open state (S21). Thereby, hydrogen is supplied to a fuel cell from MH tank aggregate 3 through a solenoid valve SV3 and the 2nd regulator 8 for discharge.

045] Next, it judges whether it is "internal pressure (hydrogen-desorption-pressure force) $\geq 0.3\text{MPa}$ (gage pressure) of MH tank aggregate 3" (S22). The meaning of a pressure called these 0.3MPa(s) is as having described above. When the internal pressure of MH tank aggregate 3 is 0.3 or more MPas (YES), processing is continued as it is and the pressure of MH tank aggregate 3 is supervised. That is, judgment of Step S22 is continued. The hydrogen which should be supplied to a fuel cell is because it still remains in MH tank aggregate 3. On the other hand, when the internal pressure of MH tank aggregate 3 does not fulfill 0.3MPa(s), (NO) performs MH tank aggregate residue alarm display (S23). It is for telling a driver about that there is no hydrogen residue of MH tank aggregate 3. And it returns to a control program (RETURN).

046] When it returns to a control program and the internal pressure of MH tank aggregate 3 is less than 0.3 MPas as judged whether it was "internal pressure (hydrogen-desorption-pressure force) $\geq 0.3\text{MPa}$ (gage pressure) of MH

lk aggregate 3" and being described above at Step S11, (NO) shifts to a high-pressure hydrogen tank operation routine (S13).

147] By the high-pressure hydrogen tank operation routine, a solenoid valve SV2 is opened and it changes into an open state, and a solenoid valve SV3 is closed and it is made a closed state (S31). Thereby, hydrogen is supplied to a fuel cell from the high-pressure hydrogen tank 2 through a solenoid valve SV2 and the 1st regulator 7 for discharge.

148] Next, it judges whether it is "internal pressure (hydrogen-desorption-pressure force) $\geq 0.3\text{MPa}$ (gage pressure) of a high-pressure hydrogen tank" (S32). 0. It is the pressure which can be judged that the residue of the hydrogen stored in the high-pressure hydrogen tank 2 if the internal pressure of the high-pressure hydrogen tank 2 becomes lower than this value of a pressure called 3MPa was lost mostly. In addition, there is little change by the temperature of the pressure compared with it of MH tank aggregate 3. When the internal pressure of the high-pressure hydrogen tank is 0.3 or more MPas (YES), processing is continued as it is and the pressure of the high-pressure hydrogen tank 2 is observed. That is, judgment of Step S32 is continued. The hydrogen which should be supplied to a fuel cell is caused to still remain in the high-pressure hydrogen tank 2. On the other hand, when the internal pressure of the high-pressure hydrogen tank 2 does not fulfill 0.3MPa (s), (NO) performs a high-pressure hydrogen tank residue alarm display (S33). It is for telling a driver about that there is no hydrogen residue of the high-pressure hydrogen tank 2. And it returns to a control program (RETURN). Thereby, the hydrogen stored in the high-pressure hydrogen tank 2 and MH tank aggregate 3 is consumed.

149] In addition, deformation implementation of this invention can be carried out broadly, without being limited to the 1st operation gestalt. For example, the restoration line of the hydrogen to the high-pressure hydrogen tank 2 and the restoration line of the hydrogen to MH tank aggregate 3 may become independent like hydrogen storage equipment 1A in the modification shown in drawing 5. This hydrogen storage equipment 1A corresponds, when the hydrogen restoration equipment of for example, a hydrogen station is equipped with the both sides of the high-pressure line for high-pressure hydrogen tank restoration, and the medium-voltage line for MH tank aggregate restoration. In this case, it is good to make a mistake in tying and to differ the size of the hydrogen restoration mouth 4 etc. from a viewpoint of the invention by the object for high-pressure lines and the object for medium-voltage lines.

150] Moreover, the solenoid valve simian virus 1 shown in drawing 3 is changed into a check valve, and hydrogen may not usually be made not to sometimes be supplied at MH tank aggregate 3 from the high-pressure hydrogen tank. Moreover, you may use together a solenoid valve simian virus 1 with a regulator like the regulator 6 for restoration. Moreover, hydrogen is simultaneously emitted from both the high-pressure hydrogen tank 2 and MH tank aggregate 3, and you may make it supply a fuel cell. Moreover, although the high-pressure hydrogen tank 2 and MH tank aggregate 3 were considered as the composition connected in parallel to the fuel cell in drawing 3, you may make it connect the high-pressure hydrogen tank 2 and MH tank aggregate 3 in series to a fuel cell. In this case, the pressure of the high-pressure hydrogen of the high-pressure hydrogen tank 2 and the pressure of the high hydrogen from hydrogen restoration equipment are made not to be impressed to MH tank aggregate 3. Thus, if it is, it will not be asked whether MH tank aggregate 3 is in-series, and is connected with the high-pressure hydrogen tank 2, or it is parallel and connects. Moreover, although the fuel cell electric vehicle was explained to the example for this invention, it is applicable to the hydrogen fueled car which carried the hydrogen fueled engine which uses hydrogen as fuel. Moreover, this invention is applicable also to the hydrogen use device of a stationary type.

151] [Effect of the Invention] Since it is filled up with hydrogen combining the hydrogen tank which stores hydrogen in the state of the hydrogen storage means which contained the hydrogen storing metal alloy, and gas among this inventions explained above according to hydrogen storage equipment according to claim 1, hydrogen storage equipment can be lightweight-ized compared with the case where the hydrogen of the amount of said is filled up only with a hydrogen storage means. Moreover, compared with the case where the hydrogen of the amount of said is stored, hydrogen storage equipment is miniaturizable only by the hydrogen tank. And it becomes possible by being filled up with hydrogen so that the pressure of a hydrogen tank may become high rather than a hydrogen storage means to make thickness of a hydrogen storage means thin. That is, hydrogen storage equipment can be lightweight-ized. And heating/cooling becomes easy by making thickness of a hydrogen storage means thin, and it becomes easy to take out hydrogen from a hydrogen storage means, and becomes easy to be filled up. Moreover, as for low low-temperature starting etc., the pressure of a hydrogen storage means can supply hydrogen from a hydrogen tank. Moreover, compared with the case where only a hydrogen storage means is filled up with hydrogen, calorific value in a hydrogen storage means can be lessened. If calorific value is lessened, restoration (occlusion) time can be shortened or the thermal burden to the material which constitutes a hydrogen storage means can be lessened. Moreover, according to hydrogen storage equipment according to claim 2, the pressure of hydrogen can be certainly decompressed to a predetermined pressure, and it can be filled up with hydrogen. Therefore, restoration of the hydrogen to hydrogen

rage equipment can be ensured. Moreover, according to hydrogen storage equipment according to claim 3, since a hydrogen storage means is constituted including two or more hydrogen storing metal alloy tanks, it becomes easy to carry out heating/cooling. Therefore, hydrogen can be taken out with sufficient responsibility or occlusion (restoration) the hydrogen can be carried out quickly.

translation done.]

NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

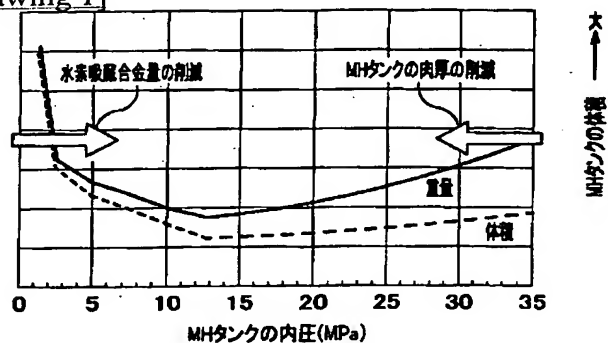
This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

*** shows the word which can not be translated.

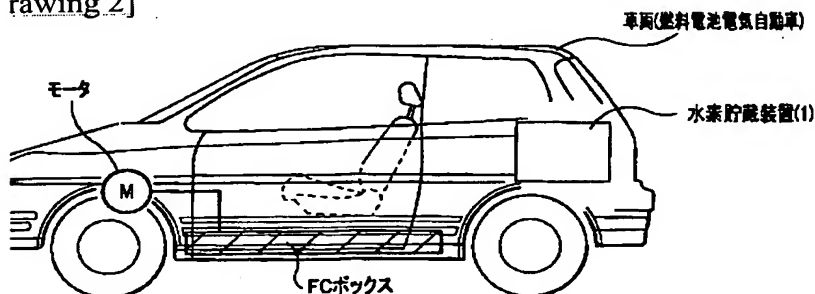
In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

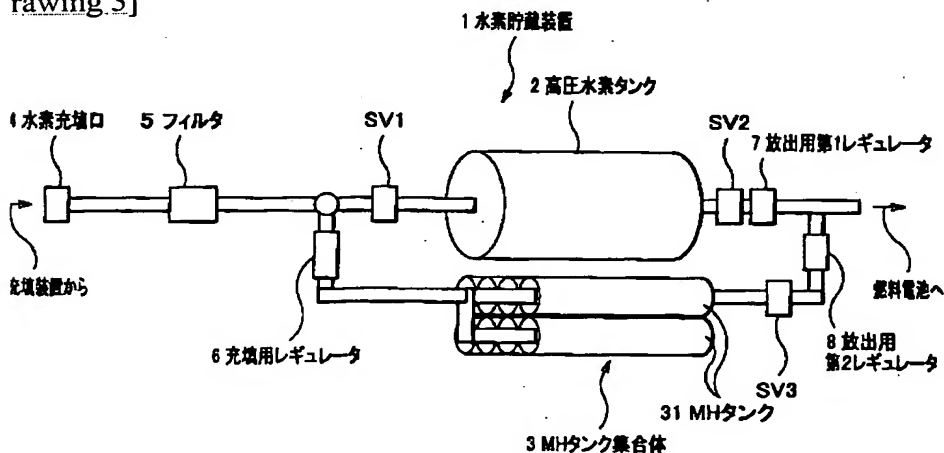
drawing 1]



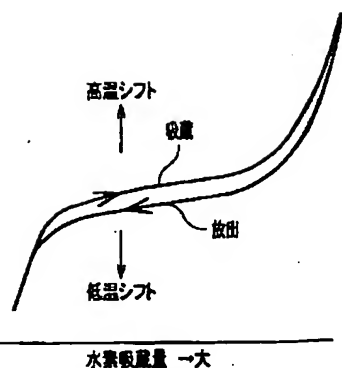
drawing 2]



drawing 3]



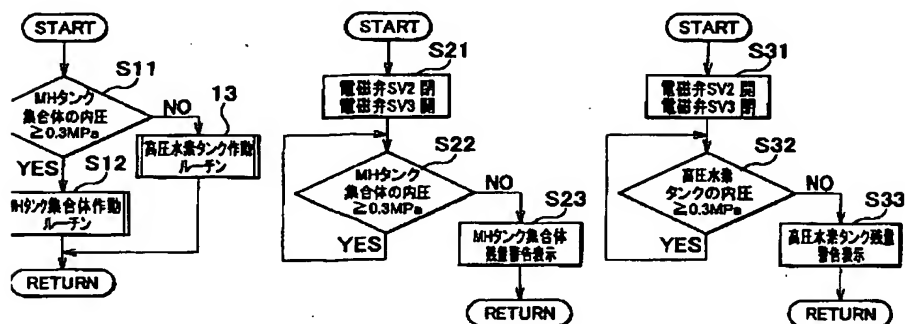
drawing 6]



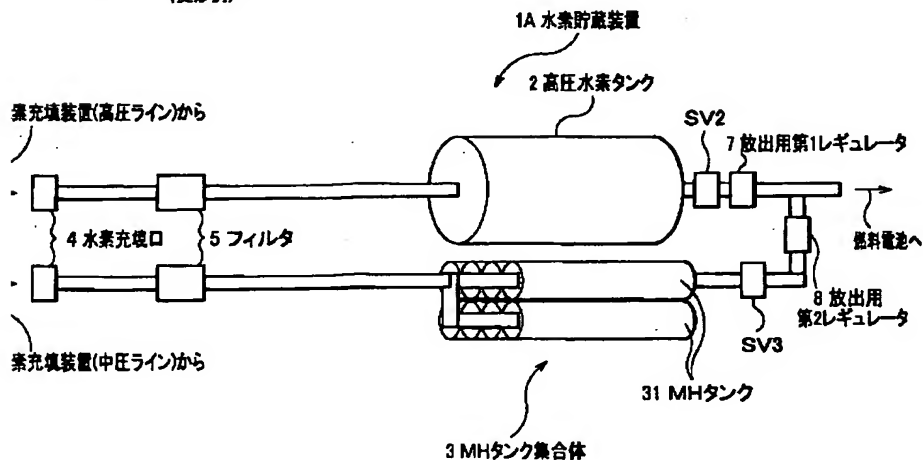
rawing 4]
ントロールプログラム

(b) MHタンク集合体作動ルーチン

(c) 高圧水素タンク作動ルーチン



rawing 5]
〈変形例〉



ranslation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-221298

(P2002-221298A)

(43) 公開日 平成14年8月9日(2002.8.9)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード*(参考)

F 1 7 C 11/00

F 1 7 C 11/00

C 3 E 0 7 2

H 0 1 M 8/04

H 0 1 M 8/04

J 5 H 0 2 7

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2001-19019(P2001-19019)

(22) 出願日 平成13年1月26日(2001.1.26)

(71) 出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72) 発明者 栗岩 貴寛

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会

社本田技術研究所内

(72) 発明者 島田 毅昭

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会

社本田技術研究所内

(74) 代理人 100064414

弁理士 磯野 道造

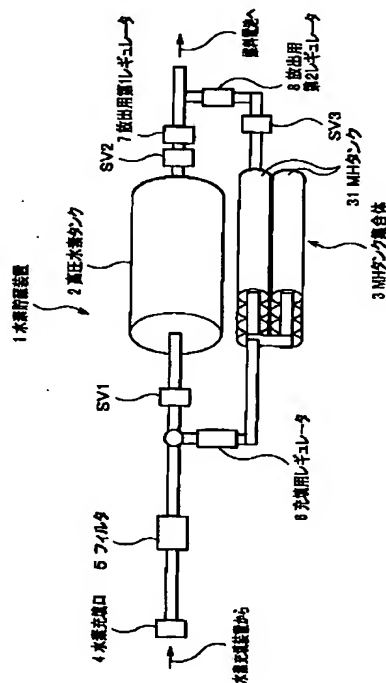
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 水素貯蔵装置

(57) 【要約】

【課題】 水素貯蔵装置の軽量化等を達成する。

【解決手段】 水素吸蔵合金を収納した水素貯蔵手段 (MHタンク集合体) 3と、水素貯蔵手段3とは別にガス状態で水素を貯蔵する水素タンク (高压水素タンク) 2を備えた水素貯蔵装置1であって、水素貯蔵手段3よりも水素タンク2の圧力が高くなるように水素が貯蔵される構成を有する。また、水素貯蔵装置1に水素を供給して充填する水素充填装置から供給される水素の圧力を所定の圧力に減圧する減圧手段 (充填用レギュレータ) 6を備える構成を有する。また、水素貯蔵手段3がそれぞれ水素吸蔵合金を収納した複数の水素吸蔵合金タンク (MHタンク) 31を含んで構成される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 水素吸蔵合金を収納した水素貯蔵手段と、前記水素貯蔵手段とは別にガス状態で水素を貯蔵する水素タンクを備えた水素貯蔵装置であって、前記水素貯蔵手段よりも前記水素タンクの圧力が高くなるように水素が充填される構成を有することを特徴とする水素貯蔵装置。

【請求項2】 前記水素貯蔵装置に水素を供給して充填する水素充填装置から供給される水素の圧力を所定の圧力に減圧する減圧手段を備えることを特徴とする請求項1に記載の水素貯蔵装置。

【請求項3】 前記水素貯蔵手段がそれぞれ水素吸蔵合金を収納した複数の水素吸蔵合金タンクを含んで構成されることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の水素貯蔵装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃料電池をはじめとした水素利用機器に水素を供給する水素貯蔵装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、地球温暖化の原因になる二酸化炭素の排出量を抑制する等の環境面から、燃料電池電気自動車（FCEV；Fuel Cell Electric Vehicle）が注目されている。燃料電池電気自動車は、水素（ H_2 ）と空気中の酸素（ O_2 ）を電気化学的に反応させて発電する燃料電池（FC；Fuel Cell）を搭載し、燃料電池が発電した電気を走行モータに供給して駆動力を発生させている。

【0003】燃料電池をはじめとした水素利用機器に水素を供給する装置としては、水素吸蔵合金を収容した耐圧気密容器（以下「MHタンク」という）を利用した水素貯蔵装置が注目されている。なお、MHは、Metal Hydrideの略である。この水素吸蔵合金は、水素（水素ガス）を多量に吸い込み（吸蔵し）、また吸蔵した水素を必要に応じて取り出す（放出する）ことのできる合金である。水素吸蔵合金は、その特性として水素を吸蔵する際に発熱して温度が上昇し、水素を放出する際に吸熱して温度が低下する。また、図6に示すように、水素吸蔵合金はその特性として、水素吸蔵合金の温度が上昇すると平衡水素圧力も上昇（高温シフト）し、温度が低下すると平衡水素圧力も低下（低温シフト）する。つまり、吸蔵時を考えると、水素吸蔵合金の温度が上昇すると平衡水素圧力が上昇するので、吸蔵できる水素の量が減る。一方、放出時を考えると、水素吸蔵合金の温度が低下すると平衡水素圧力が低下するので、吸蔵した水素の放出を充分に行えない。したがって、水素貯蔵装置では、水素の吸蔵時にはMHタンクを冷却して温度上昇を防止し、水素の放出時にはMHタンクを加熱して温度低下を防止するようにしている。

【0004】一方、例えば水素利用装置の起動時（冷間起動時）等、MHタンクを加熱するための熱源が得られないような場合は、MHタンクから水素の放出を充分に行えない。したがって、水素貯蔵装置は、低温時に水素を放出することができる補助的なタンクを併設する構成を採用している。例えば、特開平5-106513号公報には、常用的の水素吸蔵タンクと、始動時用の水素吸蔵タンクを併設した構成を有する水素エンジンの水素燃料供給装置が記載されている。この水素燃料供給装置の始動時用の水素吸蔵タンクには、加熱されなくても低温状態で水素を放出する水素吸蔵合金が内蔵されている。また、始動時用の水素吸蔵タンクの内圧は高くなってしまっているので、重量の増加を抑えて耐圧性を付与するため、始動時時用の水素吸蔵タンクは小型にしてある。そして、冷機状態での始動時には始動時用の水素吸蔵タンクから水素を供給して水素エンジンを始動するようにしている。

【0005】また、特開平7-101255号公報には、水素吸蔵合金を充填した主燃料タンクと、小容積の副燃料タンクを併設した水素自動車が記載されている。この水素自動車は、始動時に副燃料タンクからエンジンに水素が供給される。なお、副燃料タンクには、主燃料タンクから水素が供給される場合もある。また、副燃料タンクには、水素吸蔵合金が充填される場合もある。

【0006】また、特開平9-142803号公報には、水素吸蔵合金が充填された水素吸蔵合金タンクのガス出口に逆止弁を介してガスタンクを連結すると共に、ガスタンクのガス出口に外部機器（燃料電池）へ水素を供給する水素供給管を接続した水素ガス供給装置が記載されている。この水素ガス供給装置は、水素吸蔵合金タンクと燃料電池の間にガスタンクを備える構成を有するが、逆止弁によりガスタンクの中の圧力が充分高くなっている（約0.9MPa）ことを利用して、起動時にガスタンクから燃料電池に水素を供給するようにしている。一方、起動後、燃料電池本体から排出される温風の温度が上昇すると水素吸蔵合金タンクの内圧が高くなるので、逆止弁により水素吸蔵合金タンクから水素が供給されるようにしている。

【0007】また、特開2000-12062号公報には、所定の高温状態で水素を放出する高温用水素吸蔵合金を収容する主水素貯蔵タンクと、所定の高温状態よりも低い温度状態で水素を放出し得る低温用水素吸蔵合金を収容する副水素貯蔵タンク等を備える水素ガス供給装置が記載されている。この水素ガス供給装置は、主水素貯蔵タンクの内圧が低いとき、つまり始動時には副水素貯蔵タンクから水素を外部負荷（燃料電池）に供給し、起動後、主水素貯蔵タンクの内圧が高まると主水素貯蔵タンクから水素を外部負荷に供給するようになっている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記従来技術では、始動時の水素の供給という問題は解消されるが、重量の問題を解決することはできない。即ち、水素吸蔵合金を収納（充填）したMHタンクは、コンパクトではあるが重量が重いという問題がある。また、重量が重いと取り扱いが困難になるという問題がある。したがって、軽量化を図る必要がある。一方、軽量化のために貯蔵できる水素の量が減ってしまうと、例えば燃料電池電気自動車の走行可能距離が短くなってしまいう等、好ましくない。また、MHタンクに水素を吸蔵する際に発生する熱は、水素貯蔵装置への水素の充填速度（吸蔵速度）を遅くしてしまう。

【0009】そこで、本発明は、前記した課題を解決した軽量な水素貯蔵装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明者らは鋭意研究を行い、水素貯蔵装置を、水素貯蔵合金を収納した水素貯蔵手段と、ガス状態で水素を貯蔵する水素タンクを組み合わせたハイブリッドシステムにすると共に、それぞれの圧力を適切に設定することにより前記課題が解決されることを見出し、本発明を完成するに至った。即ち、前記課題を解決した本発明の水素貯蔵装置（請求項1）は、水素吸蔵合金を収納した水素貯蔵手段と、前記水素貯蔵手段とは別にガス状態で水素を貯蔵する水素タンクを備えた水素貯蔵装置であって、前記水素貯蔵手段よりも前記水素タンクの圧力が高くなるように水素が充填される構成を有することを特徴とする。

【0011】後記する発明の実施の形態でのMHタンクが水素貯蔵手段に相当し、その内部に水素吸蔵合金が収納されている。一方、後記する発明の実施の形態での高圧水素タンクが水素タンクに相当し、高圧で水素が貯蔵されている。このうち、水素貯蔵手段は、水素吸蔵合金の平衡水素圧と耐圧構造の関係から、水素を貯蔵するのに最適な圧力（貯蔵圧力）があり、いくら圧力を高くしても貯蔵できる水素の量は高くした圧力に見合うほどは増加しない。逆に、耐圧性を確保するために水素貯蔵手段を構成する材料の肉厚が必要になり、水素貯蔵手段の重量が増加してしまう。一方、水素タンクは、ボイラールールの法則により、圧力を高くすればするほど、貯蔵できる水素の量は増加する。したがって、この構成では、水素貯蔵手段よりも水素タンクの圧力が高くなるように水素が貯蔵される。また、水素吸蔵合金が水素を吸蔵する際には大きな熱が発生するが、この構成では、水素タンクにも水素が貯蔵される。したがって、水素貯蔵手段だけで水素を貯蔵するのと異なり、水素貯蔵手段への負荷が減る（水素貯蔵合金の発熱量を低減することができる）。なお、水素タンクに水素を充填する際にも、断熱圧縮等により熱が発生するが、発熱量は水素吸蔵合金を収納した水素貯蔵手段よりも少ない。

【0012】次に、請求項2に記載の水素貯蔵装置は、請求項1の構成において、前記水素貯蔵装置に水素を供給して充填する水素充填装置から供給される水素の圧力を所定の圧力に減圧する減圧手段を備えることを特徴とする。

【0013】水素貯蔵装置は、貯蔵した水素を、例えば燃料電池等の水素利用装置に供給して空の状態になる。すると、水素貯蔵装置への水素の充填が行われるが、この構成では、水素充填装置から供給される水素の圧力が減圧手段（例えばレギュレータ、絞り、減圧弁等・・・）により、所定の圧力に減圧される。もちろん水素貯蔵手段よりも水素タンクの圧力が高くなる条件を満たす圧力に減圧される。

【0014】また、請求項3に記載の水素貯蔵装置は、請求項1又は請求項2の構成において、前記水素貯蔵手段がそれぞれ水素吸蔵合金を収納した複数の水素吸蔵合金タンクを含んで構成されることを特徴とする。

【0015】水素吸蔵合金を収納した水素貯蔵手段は、水素の吸蔵時には冷却され、水素の放出時には加熱される。この構成のようにすれば、水素貯蔵手段の表面積を広くすることができるので、加熱／冷却が容易になる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を、図面を参照して詳細に説明する。

【0017】まず、本発明者らは、シミュレーションにより水素貯蔵手段たるMHタンクの内圧、体積及び重量の関係を把握した。シミュレーションの条件は以下のとおりである。

（1）MHタンクは長さ800mmのアルミニウム合金製の円筒形状である。

（2）MHタンクに所定のBCC系の水素吸蔵合金を所定の充填率で充填する。

（3）MHタンクに100gの水素を吸蔵（充填）する。

この条件の下、MHタンクの内圧（貯蔵圧）によって、必要になるMHタンクの体積及び重量（水素吸蔵合金の重量を含む）がどのように変化するかをシミュレーションした。なお、この条件では、水素吸蔵合金が水素を多く吸蔵できない場合、例えばMHタンクの圧力が低い場合は、MHタンクに100gの水素を吸蔵しようとするれば、多くの水素吸蔵合金を必要とする。つまり、多くの水素吸蔵合金を収納するためMHタンクの体積が増えることになる（長さが800mmと決まっているため直径が増える）。もちろん、MHタンクに収納される水素吸蔵合金の重量及びMHタンクを構成する材料の重量も増える。

【0018】図1を参照して、シミュレーションの結果得られたMHタンクの内圧、体積及び重量の関係を説明する。図1は、MHタンクの内圧、体積及び重量の関係を示す図であり、縦軸にMHタンクの重量及び体積が、

横軸にMHタンクの内圧(貯蔵圧)が取ってある。この図1において、実線はMHタンクの重量と内圧の関係を示すラインであり、点線はMHタンクの体積と内圧の関係を示すラインである。

【0019】図1に示すように、MHタンクの水素圧力(以下「MHタンクの内圧」という)が低いとMHタンクの重量及び体積共に大きくなってしまふ。これは、MHタンクの内圧が低いと、水素吸蔵合金の水素吸蔵量が少なく(図6参照)、100gの水素を吸蔵するために多くの水素吸蔵合金が必要になるからである。かつ、水素吸蔵合金を多く収納するために、MHタンクの外径が大きくなってしまふからである(材料が増える)。

【0020】MHタンクの内圧を高めて行くと、MHタンクの重量及び体積共に急激に減少して行く。これは、平衡水素圧力(プラトー圧)との関係でわずかな圧力の上昇にもかかわらず水素吸蔵合金の水素吸蔵量が急激に多くなり(図6参照)、100gの水素を吸蔵するために必要になる水素吸蔵合金量が大幅に少なくなるからである。かつ、水素吸蔵合金量が大幅に少なくなることで、MHタンクの外径が大幅に小さくなるからである(水素吸蔵合金の使用量の削減による軽量化が達成される)。

【0021】さらにMHタンクの内圧を高めて行くと、圧力上昇によるMHタンクの重量及び容積の削減は限界に達する。これは、図6に示すように、水素吸蔵合金による水素吸蔵量が飽和に達し、同じ100gの水素を吸蔵するのに必要な水素吸蔵合金の量を、MHタンクの内圧を高めても削減することができなくなるからである。ちなみに、MHタンクの内圧を高圧化すると、水素吸蔵合金が吸蔵する水素の量が増すと共に、MHタンク内の水素吸蔵合金以外の空隙部にも圧縮状態で水素を貯蔵することができるので、放出圧も高圧化され、低温時に放出可能な水素の量が増すので好ましい。

【0022】この状態からさらにMHタンクの内圧を高めると、MHタンクの重量及び体積が上昇するようになる。これは、水素吸蔵合金によるさらなる水素の吸蔵が望めない一方、MHタンクの内圧の上昇により、耐圧性を確保するために必要となるMHタンクの肉厚が確実に増加して行くからである。ちなみに、MHタンクの肉厚が増すと、MHタンクの外部から内部に熱を伝え難くなり、吸蔵時に、MHタンク内の水素吸蔵合金を冷却し難くなる。すると、吸蔵に時間がかかったり、吸蔵する水素の量が減ったりする。一方、放出時に、MHタンク内の水素吸蔵合金を加熱し難くなる。すると、必要なときに必要な量の水素を得ることができず、応答性が悪くなってしまふ。なお、MHタンクの重量の増加と体積の増加に差が生じている。これは、内圧が高くなると、その分MHタンク内の水素吸蔵合金以外の隙間部分に存在する水素が圧縮され、同じ100gの水素を吸蔵(貯蔵)するのに必要になるMHタンクの容積(MHタンクの外

径)がわずかながらも少なくなるからである。

【0023】次に、高圧水素タンクの内圧と水素の貯蔵量及び重量の関係を説明する。高圧水素タンクの内圧と水素の貯蔵量の関係について、高圧水素タンクは、ガス状の水素を高圧で貯蔵する高圧容器であるので、ボイル・シャルルの法則により、圧力が高くなればなるほど水素の貯蔵量が増す。この点で、水素吸蔵合金が収納してあり空間部分の少ないMHタンクとは異なる。

【0024】また、高圧水素タンクの内圧と重量の関係について、内圧が高くなると高圧水素タンクの肉厚を厚くする必要があり、高圧水素タンクの重量は内圧の増加と共に増加する。この点で、水素吸蔵合金が収納してあるMHタンクの重量増加の傾向と高圧水素タンクの重量増加の傾向は異なる。なお、高圧水素タンクはMHタンクと比べ、発熱が少なく、かつ水素放出の際の加熱/水素充填の際の冷却の必要性がMHタンクよりも少ないので、軽量の樹脂製(FRP製)の高圧水素タンクを使用することができる。したがって、水素を高圧で貯蔵しても高圧水素タンクの重量増加を少なくすることができる。また、同じ量の水素を貯蔵する場合でも、水素貯蔵合金を収納しない分、MHタンクよりも軽量化することが可能である(容積はMHタンクよりも大きくなる)。

【0025】本発明では、このような知見からMHタンクと高圧水素タンクを組み合わせ、いわばハイブリッドシステムにより水素を貯蔵する。

【0026】続いて、本発明の一実施形態の水素貯蔵装置を説明する。図2は、一実施形態の水素貯蔵装置が搭載される燃料電池電気自動車(以下「車両」という)の一部透視側面図である。図3は、一実施形態の水素貯蔵装置のブロック構成図である。

【0027】図2に示すように、この一実施形態での水素貯蔵装置1は、車両の後部に搭載される。また、車両には、FCボックスが乗員席の床下に搭載されている。このFCボックスの中には、燃料電池(水素利用装置)が収納されている。また、走行モータが車両の前部に搭載されている。また、燃料電池は、水素貯蔵装置1と図示しない水素供給管により接続されている。

【0028】図3に示すように、水素貯蔵装置1は、高圧水素タンク2、MHタンク集合体3、水素充填口4、フィルタ5、充填用レギュレータ6、放出用第1レギュレータ7、放出用第2レギュレータ8及びこれらを接続する配管を含んで構成される。なお、符号SV1、SV2、SV3は電磁弁(遮断弁)である。この図3の水素貯蔵装置1は、高圧水素タンク2とMHタンク集合体3が、燃料電池(水素利用装置)に対して並列に接続されている。

【0029】高圧水素タンク2は、繊維強化プラスチック(FRP)製の樹脂タンクであり、耐圧性及び気密性が確保されている。しかも軽量である。この高圧水素タンク2は、例えば25MPaの最高圧力で水素が充填さ

れている。高圧水素タンク2は、起動時、水素吸蔵合金の温度が低いため、MHタンク集合体3の放出圧力が低いときに燃料電池に水素を供給する役割を有する。また、高圧水素タンク2は、通常時も燃料電池に水素を供給する役割を有する。即ち、燃料電池の要求（消費）水素量＝MHタンク集合体3の水素放出量＋高圧水素タンク2の水素放出量の関係を満たす。この点、従来技術（特開平7-101255号公報、特開平9-142803号公報）のように単に起動時だけ水素を供給するのとは大きく異なる。また、高圧水素タンク2が、MHタンク集合体3よりもはるかに高い圧力で水素を貯蔵している点でも従来技術とは大きく異なる。

【0030】MHタンク集合体3は、同じサイズの複数のMHタンク31を接続した集合体である（接続形態は直列でも並列でもよい）。MHタンク31は、樹脂製よりも耐熱性があり熱伝導率もよいアルミニウム合金を材質とした耐圧気密タンクである。MHタンク31の内部には、水素吸蔵合金が収納されている。このMHタンク31は、例えば3から5MPaの最高圧力で水素を吸蔵することができるようになってきている（もちろん高圧水素タンク2の圧力よりも低い）。また、MHタンク31は、図示しない加熱／冷却手段により、加熱／冷却されるようになってきている。ちなみに、MHタンク集合体3を複数のMHタンク31の集合体にしてはいるのは、水素吸蔵合金の加熱／冷却を応答性よく行うためである。なお、MHタンク集合体3としての貯蔵可能な水素量は、高圧水素タンク2の貯蔵可能な水素量と同じ程度にしてある。

【0031】水素吸蔵合金としては、例えば以下のものを使用することができる。

AB₂型合金（ラーベス相合金）； TiCr₂、(Zr, Ti)(Ni, Mn, V, Fe)₂・・・

AB₅型合金； LaNi₅、MmNi₅・・・

BCC系合金； Ti-V-Cr、Ti-V-Mn・・・

その他； Mg系合金

なお、MmNi₅におけるMmは、ミッシュメタルの略である。

【0032】水素充填口4は、車両がガソリンスタンドのような水素ステーションに立ち寄って水素を充填する際に使用される。この水素充填口4は、逆止弁を兼ねる構成をしており、図示しない水素充填装置から充填された水素が逆流しないようになっている。

【0033】フィルタ5は、水素充填装置から供給される水素にゴミや水素吸蔵合金を被毒させてしまう酸素や水分などの不純物が入っている場合に、これを取り除く濾過器である。

【0034】充填用レギュレータ6は、水素充填装置からMHタンク31に供給される水素の圧力を、所定の圧力にまで減圧する減圧弁（減圧手段）である。放出用第1レギュレータ7は、高圧水素タンク2から燃料電池へ

供給される水素の圧力を、所定の圧力にまで減圧する減圧弁である。放出用第2レギュレータ8は、MHタンク集合体3から水素利用装置に供給される水素の圧力を、所定の圧力にまで減圧する減圧弁である。それぞれのレギュレータ6、7、8は、逆止弁の役割を有する。

【0035】なお、高圧水素タンク2の上流側の電磁弁SV1は、通常時、高い圧力で貯蔵されている高圧水素タンク2の水素が、充填用レギュレータ6を介してMHタンク集合体3に供給されることがないようにする。かつ、高圧水素タンク2の充填が終了したときに、さらに水素充填装置から高い水素の圧力が供給され、高圧水素タンク2に水素が過充填されないようにする。ちなみに、同じ量の水素を充填する場合でも、高圧水素タンク2の方がMHタンク集合体3よりも短時間で水素を充填することができる。また、高圧水素タンク2の下流側の電磁弁SV2は、意図しないときに高圧水素タンク2から燃料電池に水素が供給されることがないようにする。また、MHタンク集合体3の下流側の電磁弁SV3も、電磁弁SV2と同様に、意図しないときにMHタンク集合体3から燃料電池に水素が供給されることがないようにしている。なお、電磁弁SV1、SV2、SV3は、図示しない制御装置により制御される。

【0036】また、高圧水素タンク2の内圧は、図示しない圧力センサにより計測されるようになってきている。また、MHタンク集合体3の水素貯蔵量（水素貯蔵量）も、図示しない圧力センサにより計測されるようになってきている。それぞれの計測値は制御装置に送信され、制御装置は、該計測値に基づいて高圧水素タンク2及びMHタンク集合体3の水素残量の警告表示を行う。ちなみに、MHタンク集合体3の残量を圧力により正しく知るため、MHタンク31の温度は所定の温度になるように管理されている。

【0037】次に、前記説明した水素貯蔵装置1の動作を説明する。図4は、水素貯蔵装置が燃料電池に水素を供給する際の動作フローチャートであり、(a)はコントロールプログラム、(b)はMHタンク集合体作動ルーチン、(c)は高圧水素タンク作動ルーチンを示す。

【0038】水素貯蔵装置1への水素の充填は、次のように行われる（図3参照）。ドライバは、高圧水素タンク2及びMHタンク集合体3の水素残量が少なくなると、水素ステーションに立ち寄って車両（水素貯蔵装置1）に水素を充填する。なお、水素残量は、前記した圧力センサの計測値に基づいて制御装置が判断してドライバに知らせる（警告表示する）。

【0039】水素の充填は、水素ステーションに設置された図示しない水素充填装置の水素供給口と水素貯蔵装置1の水素充填口4を接続し、水素充填装置から高い圧力（例えば35MPa）で水素貯蔵装置1に水素を供給することにより開始される。

【0040】水素は、水素充填口4、フィルタ5を通過

した後分岐し、一方の流れは、開状態の電磁弁SV1を通過して高圧水素タンク2に供給される。分岐した他方の流れは、充填用レギュレータ6を通過してMHタンク集合体3に供給される。このとき、電磁弁SV2、SV3は閉状態にされ、高圧水素タンク2及びMHタンク集合体3から燃料電池に水素が供給されないようにしている。なお、充填用レギュレータ6は、水素充填装置から供給される高い水素の圧力を例えば5MPaに減圧する。この充填用レギュレータ6により、各MHタンク31には適切な水素の圧力が印加されるので、MHタンク31の肉厚を薄くして軽量化（及びコンパクト化）することができる。また、肉厚を薄くすることで、MHタンク31の内部と外部の伝熱を良好なものにすることができる。

【0041】水素の充填が終了すると電磁弁SV1が閉状態にされると共に、水素充填口4と水素供給口の接続が解除される。なお、水素充填口4は逆止弁の機能を有するので、水素充填口4から水素供給口を取り外す際に、水素が漏れ出すことはない。

【0042】水素貯蔵装置1が貯蔵した水素は、次のように燃料電池に供給される（図3及び図4参照）。まず、制御装置により、コントロールプログラムが実行される（図4（a）参照）。コントロールプログラムのステップS11で、「MHタンク集合体3の内圧 ≥ 0.3 MPa（ゲージ圧）」か否かを判断する。0.3MPaという圧力は、ある温度（例えば40℃）のときにMHタンク集合体3の放出圧力がこの値よりも低くなるとMHタンク集合体3に貯蔵されている水素の残量がほぼなくなったと判断できる圧力であり、水素吸蔵合金の種類や管理されている温度により変化する。また、この圧力は、燃料電池システムを安定して運転していくのに要求される下限の圧力である（この圧力は燃料電池システムの仕様により異なる）。

【0043】MHタンク集合体3の内圧（40℃）が0.3MPa以上の場合（YES）は、MHタンク集合体3から燃料電池に水素を供給すべく、MHタンク集合体作動ルーチンに移行する（S12）。一方、MHタンク集合体3の内圧が0.3MPaに満たない場合（NO、空の場合）は、高圧水素タンク2から燃料電池に水素を供給すべく、高圧水素タンク作動ルーチンに移行する（S13）。つまり、MHタンク集合体3に水素の残量（残圧）がある場合は、MHタンク集合体3から優先して燃料電池に水素が供給される。このようにすることで、残量検知の難しいMHタンク集合体3を優先して空にできるので、水素貯蔵装置1全体の水素容量の検知が容易になる。

【0044】MHタンク集合体作動ルーチン（図4（b）参照）では、電磁弁SV2を閉じて閉状態にし、電磁弁SV3を開いて開状態にする（S21）。これにより、MHタンク集合体3から、電磁弁SV3及び放出

用第2レギュレータ8を介して燃料電池に水素が供給される。

【0045】次に、「MHタンク集合体3の内圧（水素放出圧力） ≥ 0.3 MPa（ゲージ圧）」か否かを判断する（S22）。この0.3MPaという圧力の意味は前記したとおりである。MHタンク集合体3の内圧が0.3MPa以上の場合（YES）は、そのまま処理を続け、MHタンク集合体3の圧力を監視する。つまり、ステップS22の判断を継続する。燃料電池に供給すべき水素が、まだMHタンク集合体3に残っているからである。一方、MHタンク集合体3の内圧が0.3MPaに満たない場合（NO）は、MHタンク集合体残量警告表示を行う（S23）。MHタンク集合体3の水素残量がないことをドライバに知らせるためである。そして、コントロールプログラムに戻る（RETURN）。

【0046】コントロールプログラムに戻ると、ステップS11で、「MHタンク集合体3の内圧（水素放出圧力） ≥ 0.3 MPa（ゲージ圧）」か否かを判断し、前記したとおり、MHタンク集合体3の内圧が0.3MPa未満の場合（NO）は、高圧水素タンク作動ルーチンに移行する（S13）。

【0047】高圧水素タンク作動ルーチンでは、電磁弁SV2を開いて開状態にし、電磁弁SV3を閉じて閉状態にする（S31）。これにより、高圧水素タンク2から、電磁弁SV2及び放出用第1レギュレータ7を介して燃料電池に水素が供給される。

【0048】次に、「高圧水素タンクの内圧（水素放出圧力） ≥ 0.3 MPa（ゲージ圧）」か否かを判断する（S32）。0.3MPaという圧力は、高圧水素タンク2の内圧がこの値よりも低くなると高圧水素タンク2に貯蔵されている水素の残量がほぼなくなったと判断できる圧力である。なお、この圧力の温度による変化はMHタンク集合体3のそれに比べて少ない。高圧水素タンク2の内圧が0.3MPa以上の場合（YES）は、そのまま処理を続け、高圧水素タンク2の圧力を監視する。つまり、ステップS32の判断を継続する。燃料電池に供給すべき水素が、まだ高圧水素タンク2に残っているからである。一方、高圧水素タンク2の内圧が0.3MPaに満たない場合（NO）は高圧水素タンク残量警告表示を行う（S33）。高圧水素タンク2の水素残量がないことをドライバに知らせるためである。そして、コントロールプログラムに戻る（RETURN）。これにより、高圧水素タンク2及びMHタンク集合体3に貯蔵されている水素が消費される。

【0049】なお、本発明は前記した一実施形態に限定されることなく、幅広く変形実施することができる。例えば、図5に示す変形例の水素貯蔵装置1Aのように、高圧水素タンク2への水素の充填ラインとMHタンク集合体3への水素の充填ラインが独立したものであってもよい。この水素貯蔵装置1Aは、例えば水素ステーショ

ンの水素充填装置に高圧水素タンク充填用の高圧ラインとMHタンク集合体充填用の中圧ラインの双方が備えられている場合に対応するものである。この場合は、繋ぎ間違え防止の観点から、水素充填口4のサイズ等を、高圧ライン用と中圧ライン用とで異なるものとしておくともよい。

【0050】また、図3に示す電磁弁SV1を逆止弁に変更して、通常時に高圧水素タンク2からMHタンク集合体3に水素が供給されないようにしてもよい。また、電磁弁SV1を、充填用レギュレータ6のようなレギュレータと併用してもよい。また、高圧水素タンク2及びMHタンク集合体3の両方から同時に水素を放出して燃料電池に供給するようにしてもよい。また、図3では、燃料電池に対して高圧水素タンク2及びMHタンク集合体3を並列に接続する構成としたが、燃料電池に対して高圧水素タンク2及びMHタンク集合体3を直列に接続するようにしてもよい。この場合は、MHタンク集合体3に高圧水素タンク2の高い水素の圧力や水素充填装置からの高い水素の圧力が印加されないようにしておく。このようにしてあれば、高圧水素タンク2とMHタンク集合体3が直列で接続されているか、並列で接続されているかは問わない。また、本発明を、燃料電池電気自動車を例に説明したが、水素を燃料とする水素エンジンを搭載した水素自動車等にも適用することができる。また、定置式の水素利用機器にも本発明を適用することができる。

【0051】

【発明の効果】以上説明した本発明のうち請求項1に記載の水素貯蔵装置によれば、水素吸蔵合金を収納した水素貯蔵手段とガス状態で水素を貯蔵する水素タンクを組み合わせて水素を充填するので、水素貯蔵手段だけで同量の水素を充填する場合に比べて、水素貯蔵装置を軽量化することができる。また、水素タンクだけで同量の水素を貯蔵する場合に比べて、水素貯蔵装置をコンパクト化することができる。かつ、水素貯蔵手段よりも水素タンクの圧力が高くなるように水素を充填することで、水素貯蔵手段の肉厚を薄くすることが可能になる。つまり、水素貯蔵装置を軽量化することができる。しかも、水素貯蔵手段の肉厚を薄くすることで加熱／冷却が容易

になり、水素貯蔵手段から水素を取り出しやすくなり、かつ充填しやすくなる。また、水素貯蔵手段の圧力が低い低温起動時などは、水素タンクから水素を供給することができる。また、水素貯蔵手段だけに水素を充填する場合に比べて、水素貯蔵手段における発熱量を少なくすることができる。発熱量を少なくすると、充填（吸蔵）時間を短くしたり、水素貯蔵手段を構成する材料に対する熱的な負担を少なくすることができる。また、請求項2に記載の水素貯蔵装置によれば、確実に水素の圧力を所定の圧力まで減圧して水素を充填することができる。したがって、水素貯蔵装置への水素の充填を確実に行うことができる。また、請求項3に記載の水素貯蔵装置によれば、水素貯蔵手段が複数の水素吸蔵合金タンクを含んで構成されるので、加熱／冷却がしやすくなる。したがって、応答性よく水素を取り出しやすくなり、素早く水素を吸蔵（充填）することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 MHタンクの内圧、体積及び重量の関係を示す図である。

【図2】 本発明に係る一実施形態の水素貯蔵装置が搭載される車両（燃料電池電気自動車）の一部透視側面図である。

【図3】 本発明に係る一実施形態の水素貯蔵装置のブロック構成図である。

【図4】 図3の水素貯蔵装置が燃料電池に水素を供給する際の動作フローチャートであり、（a）はコントロールプログラム、（b）はMHタンク集合体作動ルーチン、（c）は高圧水素タンク作動ルーチンを示す。

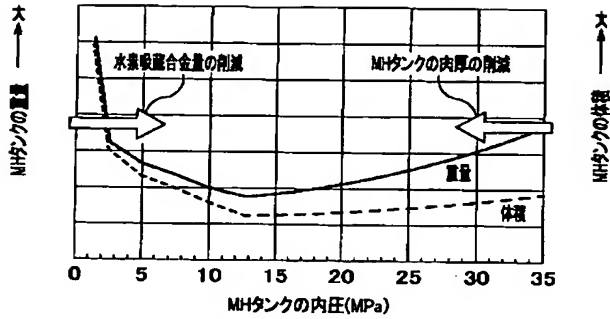
【図5】 変形例の水素貯蔵装置のブロック構成図である。

【図6】 水素吸蔵合金の特性を示すP（圧力）－C（組成）－T（温度）図である。

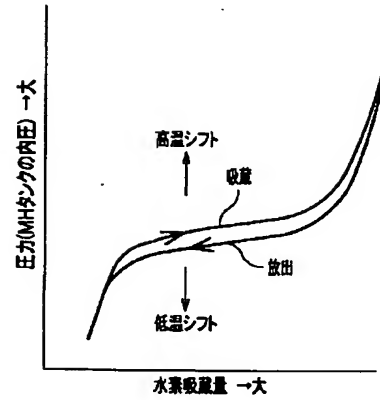
【符号の説明】

- 1, 1A … 水素貯蔵装置
- 2 … 高圧水素タンク（水素タンク）
- 3 … MHタンク集合体（水素貯蔵手段）
- 31 … MHタンク（水素吸蔵合金タンク）
- 6 … 充填用レギュレータ（減圧手段）

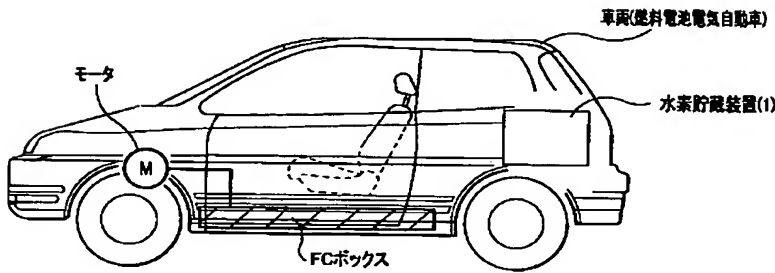
【図1】



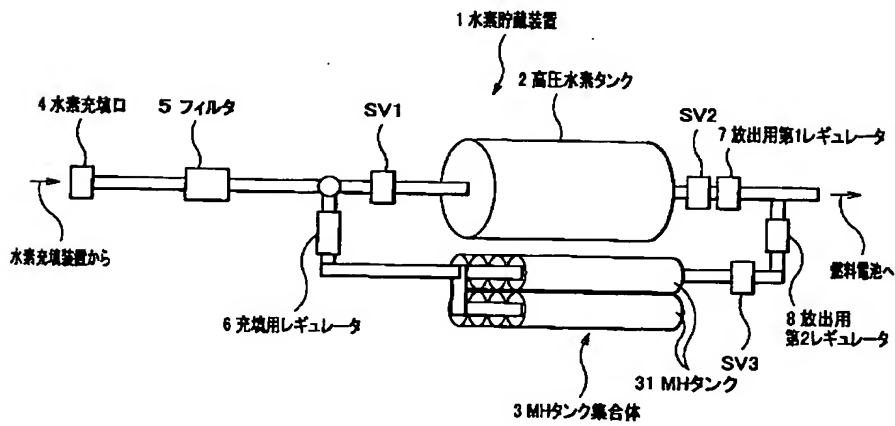
【図6】



【図2】

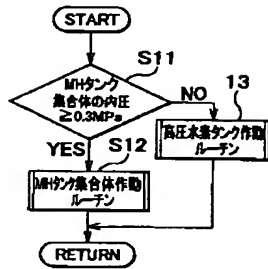


【図3】

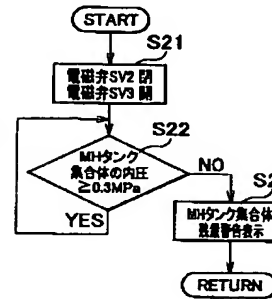


【図4】

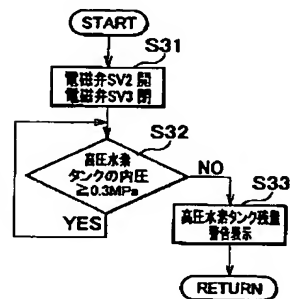
(a) コントロールプログラム



(b) MHタンク集合体動作ルーチン

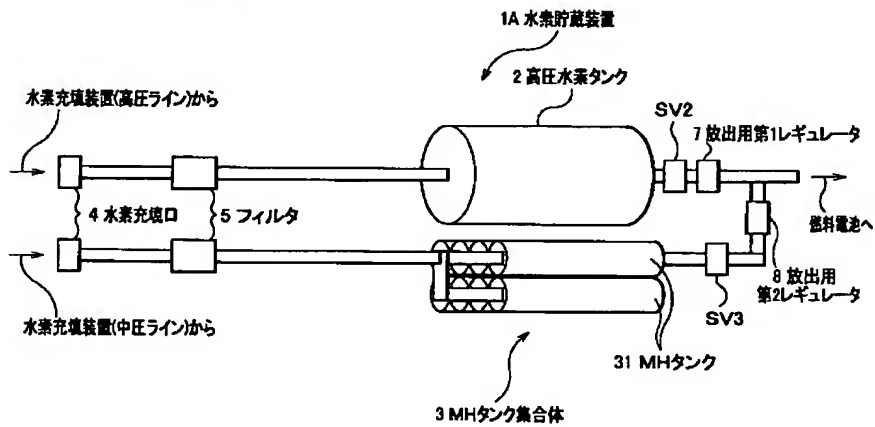


(c) 高圧水素タンク動作ルーチン



【図5】

〈変形例〉



フロントページの続き

(72)発明者 縫谷 芳雄
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社
社本田技術研究所内

Fターム(参考) 3E072 AA10 EA10
5H027 AA02 BA13 BA14 DD00